

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

J1033 U.S. PTO
09/855382
05/15/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 5月16日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-143325

出 願 人

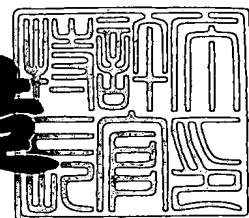
Applicant (s):

三井金属鉱業株式会社

2001年 2月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3005342

【書類名】 特許願

【整理番号】 MS0050-P

【提出日】 平成12年 5月16日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H05K 03/46

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県上尾市鎌倉橋 6 5 6 - 2 三井金属鉱業株式会社
銅箔事業本部 銅箔事業部内

【氏名】 山本 拓也

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県上尾市鎌倉橋 6 5 6 - 2 三井金属鉱業株式会社
銅箔事業本部 銅箔事業部内

【氏名】 片岡 卓

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県上尾市鎌倉橋 6 5 6 - 2 三井金属鉱業株式会社
銅箔事業本部 銅箔事業部内

【氏名】 平沢 裕

【特許出願人】

【識別番号】 000006183

【氏名又は名称】 三井金属鉱業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100111774

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 大輔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 079718

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プリント配線板の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 炭酸ガスレーザーを用いて銅張積層板にバイアホール等の凹部を形成し、層間導通メッキ処理をし、エッチングレジスト層の形成をし、エッチングレジスト層の露光及び現像を行い、回路エッチングすることでプリント配線板を製造する方法であって、

銅張積層板は、その外層銅箔に波形状の銅箔を用いたものであることを特徴とするプリント配線板の製造方法。

【請求項 2】 銅張積層板の外層銅箔に用いる波形状の銅箔は、プリント配線板の導体回路を構成することとなるバルク銅層と、基材樹脂との接着強度を確保するための微細銅粒と、防錆層とからなり、

当該バルク銅層の厚さが $18\mu\text{m}$ 以下の厚さである請求項 1 に記載のプリント配線板の製造方法。

【請求項 3】 波形状の銅箔は、表面粗さ (R_z) として $2.0\sim 20.0\mu\text{m}$ の範囲内の粗さを備えたものである請求項 1 に記載のプリント配線板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、炭酸ガスレーザーを用いて銅張積層板にバイアホール等の凹部を形成し、プリント配線板を製造する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、携帯電話、モバイルツール、ノートブックパーソナルコンピュータ等の普及に伴い、軽薄短小、高密度実装化の流れが加速している。従って、これらの電子機器に組み込まれるプリント配線板の世界においても同様のファインピッチ回路の形成が求められてきた。

【0003】

プリント配線板の軽薄短小化が求められるということは、多層化した高密度回路が求められるということになる。従って、多層プリント配線板の層間導通を確保するための手段として、従前は基板を貫通するスルーホール形成のみで行われてきたが、近年は多層プリント配線板の設計の自由度を向上させるため、より小径のビアホール、基板を貫通させず内層銅箔の表面までの小径穴明けを行ったブラインドビアホール（BVH）、インタースティシャルビアホール（IVH）等を形成することが一般的に行われるようになってきた。

【 0 0 0 4 】

これらのスルーホールや各種バイアホール等の小径穴の形成には、従来からドリル加工を用いてプリント配線板に小径穴を形成してきた。このドリル加工は、プリント配線板を重ねて一気に複数枚の加工を可能とし、多軸化することで容易に生産性を向上させる手段としての長所を有するものであった。

【 0 0 0 5 】

そして、このドリル加工による小径穴の形成は、従来、穴径 0.3～0.4 mm のものが主体であり、近年の技術進歩により穴径 0.15～0.25 mm 程度までドリル加工が可能となってきた。

【 0 0 0 6 】

更に、超硬ドリルを用いることで、穴径 0.1～0.05 mm の範囲のドリル加工が検討されているが、いまだ技術的に解決すべき課題が多く、ドリル寿命、難削材に該当するプリント配線板等も存在する等の問題点も多い。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、現実の市場における電子、電気機器の軽薄短小化はめざましい速度で進行しており、ドリル加工技術の進展を待つことの出来ない状況が形成されてきた。そこで、レーザ加工技術を応用しての 0.1 mm 以下の小径穴の加工が行われてきた。

【 0 0 0 8 】

レーザ法を用いてプリント配線板への小径穴の加工を行う場合、レーザの初期照射が①基材樹脂から始まる場合、②回路を形成することとなる銅箔表面か

ら始まる場合の2パターンに大別して考えられる。このとき、銅箔は表面が光沢を持ち、レーザー光を反射する性質を持つものであるから、前記②のレーザー加工の方が困難なものとなる。

【 0 0 0 9 】

現実には、光沢を持つ銅箔表面から前記②の条件下でのレーザー加工を行うことはほぼ不可能な状況にある。銅箔がレーザー光を反射するということは、レーザー光の初期吸収効率が悪くなり、穴明け速度が遅くなるということであり、生産効率を引き下げることとなる。そのため、前記②のパターンで、レーザー穴明けを行う場合は、穴明け箇所の外層銅箔を、予めエッチングで除去する作業を必要としていた。この方法は、一般にコンフォーマルマスク法として広く知られているものである。

【 0 0 1 0 】

このエッチング作業では、エッチングレジストの塗布が行われることになるが、レジストレーションの精度が問題で、穴明け箇所のエッチング位置を要求通りの精度にすることは非常に困難であった。そのため、内層銅箔回路の接点部となるランドとレーザー加工で形成するバイアホール等との位置ずれが生ずるため、その誤差を見込んで内層銅箔回路のランドを大きめに設計する等の対応がなされていた。これは内層銅箔回路を微細化する上での大きな障害となるのである。

【 0 0 1 1 】

しかも、レーザーの種類により穴明け加工性能が異なるのは当然である。即ち、YAGレーザーを用いる場合等には銅箔層の加工が問題とならない場合もある。ところが、炭酸ガスレーザーを用いると銅箔層の加工が困難で、安定して穴明け加工できないという問題が生じてきた。従って、銅箔のエッチングを行うことなく、銅箔と樹脂層とを同時に安定して炭酸ガスレーザーで加工できるプリント配線板の製造方法の開発が待たれてきた。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

そこで、本件発明者等は、鋭意研究の結果、上述したコンフォーマルマスク法のように銅箔を除去することなく、銅箔層と基材樹脂層とを同時に炭酸ガスレー

ザーを用いて加工可能なプリント配線板の製造方法を発明するに到ったのである。以下、本件発明について説明する。

【 0 0 1 3 】

請求項 1 に記載の発明は、炭酸ガスレーザーを用いて銅張積層板にバイアホール等の凹部を形成し、層間導通メッキ処理をし、エッチングレジスト層の形成をし、エッチングレジスト層の露光及び現像を行い、回路エッチングすることでプリント配線板を製造する方法であって、銅張積層板は、その外層銅箔に波形状の銅箔を用いたものであることを特徴とするプリント配線板の製造方法としている。

【 0 0 1 4 】

この発明は、特に、ここで用いる銅張積層板に特徴が存在するのである。この銅張積層板は、その外層銅箔層として、波形状の形状を持つ銅箔を用いたものである。この波形状を、より正確に言えば、図 1 に示すような銅張積層板の模式断面にあるように、銅箔層のバルク銅層そのものが波打った形状をしていることを表すものとして用いている。なお、銅箔の防錆層は、必要に応じ銅箔の片面若しくは両面に形成されるものであるが、本明細書において模式図として示した図面中には銅箔の防錆層の記載は省略している。図 2 には、本件発明で用いる銅張積層板の外層銅箔の実際の断面を光学顕微鏡で観察した写真を示している。この図 2 での銅箔層の見え方は、図 1 の模式図と異なった見え方をしているが、バルク銅層も微細銅粒も同じ銅であるため、その境目が明瞭でないため、バルク銅層の畝（波形）が明瞭に捉えられてないに過ぎない。

【 0 0 1 5 】

そして、本件発明に係るプリント配線板の製造方法では、炭酸ガスレーザーによる穴明け加工が施されるのであるから、一般的に炭酸ガスレーザーの照射条件を考慮し、しかも、波形のバルク銅層の形状を保持できる銅箔でなければ使用できないことになる。これらのことを考えると、本件発明で用いる銅張積層板で用いる銅箔は、請求項 2 に記載したようにバルク層の厚さが $18\mu\text{m}$ 以下のものではない。ここで厚さとは、通常のゲージで図った厚さを指すのではなく、単位重量から換算して銅箔で通常用いられる公称厚さのことである。特に、

電解法で製造する場合の銅箔においては、その波形の形状をうまく維持し、以下に説明する請求項 3 に記載の粗さ範囲を達成するためである。また、バルク銅層厚みの下限値については特に限定はないが、電解法でバルク銅層を形成する場合の析出均一安定性を考慮し、生産効率等の諸要因を含めて考えると $1\ \mu\text{m}$ 厚程度と考えられる。

【 0 0 1 6 】

このような波形形状を持つ外層銅箔層とすることで、レーザー光の反射率を低くすることが可能となるのである。レーザー光の反射率が低くなると言うことは照射したレーザー光の熱エネルギーへの変換効率が高くなることを意味する。

【 0 0 1 7 】

ここで、波形状の外層銅箔を備えた銅張積層板を用いる効果を考えるため、表面粗さとレーザー光の反射率との関係を図 3 に示している。このときの炭酸ガスレーザー照射条件は、周波数 1000Hz 、マスク径 5.0mm 、パルス幅 $60\ \mu\text{sec}$ 、パルスエネルギー 16.0mJ 、オフセット 0.8 、レーザー光径 $140\ \mu\text{m}$ とし、種々の厚さの銅箔を用いた銅張積層板に $110\ \mu\text{m}$ の加工径の穴を形成することを予定して行ったものである。パルスエネルギー 16.0mJ としたのは、低エネルギーである方がレーザー穴あけ加工性の差異が顕著に現れやすいからである。従って、本件発明者等は判断基準として、加工後の穴径が $100\sim110\ \mu\text{m}$ となった範囲で、加工が良好に行われたものとした。

【 0 0 1 8 】

このときの表面粗さは、電解銅箔に粗面として現れる面を用いて、その粗さを変化させたものを用いたのである。図 3 から明らかとなるように、銅箔表面の粗さ (R_z) の値が高くなるほど、レーザー光反射率が低くなっていることが分かる。即ち、平滑な表面である場合に比べ、多少の凹凸を有する表面であることが、レーザー光の吸収効率を高め照射部位の温度上昇が容易に起こることを裏付けるのである。これは、凹凸を有する表面であると適度にレーザー光を乱反射し、レーザー光の利用効率が上昇するためであると考えられる。

【 0 0 1 9 】

また、図 3 から分かるのは、 R_z が $20\ \mu\text{m}$ を越えたあたりから、むしろ、反

射率が高くなる傾向にあるようである。これは、測定に電解銅箔を用いたことに起因しているものと考えられる。電解銅箔の粗面の形状は、山形の凹凸形状をしており、粗くなればなるほど、山形形状の1つ1つのサイズが大きくなるという傾向を有するものである。係る場合でも、粗さ測定では単に大きな粗さを持つものとして計測されるのである。しかしながら、レーザー光の反射率を最低のラインに持っていくためには、よりレーザー光の持つ波長と同様の粗さを持つものが最も優れていると言われるように、適正な凹凸形状の範囲が存在するものと考えられる。

【 0 0 2 0 】

その適正な凹凸形状の範囲が、請求項3に記載したように、波形状の銅箔の持つ表面粗さ（ R_z ）が2.0～20.0 μm の範囲内の粗さとなるのである。下限値である2.0 μm を下回る粗さでは、銅箔層のレーザー穴明け加工性能の向上を確保することはできず、20.0 μm を越える粗さでは、むしろ銅箔層のレーザー穴明け加工性能が低下しだすのである。

【 0 0 2 1 】

本件発明で用いる銅張積層板に用いる波形状をした外層銅箔にレーザー光の照射が開始されると、波形の凹凸形状の先端部（山形の頂上部）の温度上昇が最も速いと考えられる。通常、突起部と平面部とを持つものを一定の高温雰囲気に入れると、平面部の温度上昇に比べ、突起部は6倍前後の温度上昇速度を示すと言われることと同様の現象が発生すると考えられる。この結果、レーザー光の照射の開始により、波形の凹凸形状の先端部に急激な温度上昇が発生し、平滑面にレーザー光を照射する場合と比べても、銅の沸点温度に容易に到達し、蒸発することになると考えられるのである。このようにして、銅箔層の銅が、炭酸ガスレーザーを用いても容易に除去できるため、基材樹脂層も容易に穴明け加工が可能となり、本件発明の目的を達成できるものとなるのである。

【 0 0 2 2 】

また、銅張積層板の外層銅箔が、波形形状をしていることで、その銅箔に直接エッチングレジスト層を形成する場合のエッチングレジスト密着性を向上させることが可能となるのである。通常は、ドライフィルムコーティング、液体レジス

トを用いてエッチングレジスト層が形成されるが、その前処理としては、化学研磨や物理研磨により銅箔表面を適度に粗らす整面処理が行われるが、その整面処理が不要となるのである。

【 0 0 2 3 】

更に、エッチングレジスト層の形成後、エッチング回路パターンを露光し現像する際の、通称、露光ボケによりエッチング後の回路エッジの直線性が損なわれる現象がある。ところが、本件発明で用いる銅張積層板のように、その外層銅箔表面に適度な凹凸が存在すると、露光ボケを軽減し、エッチング後の回路の直線性を効果的に高め、ファインピッチ回路の形成に非常に有効となるのである。

【 0 0 2 4 】

本件発明は、上述した銅張積層板を製造した後、レーザー穴明け加工を行い、層間導通メッキ処理を行い、その後一般的なエッチングプロセスを経て、プリント配線板製造に用いられることになるのである。従って、コンフォーマルマスク法のような、予めのレーザー照射部位の銅箔除去を必要としないため、回路の位置精度にも優れ、工程を短くすることが可能で、プリント配線板の製造コストを有効に低減させることが可能となるのである。

【 0 0 2 5 】

ここで用いる銅張積層板の製造には、キャリア箔付電解銅箔を用いることが極めて有利である。特に、図4に示すようにキャリア箔として電解銅箔を用い、その粗面側に銅張積層板の外層銅箔となる銅箔層を備えたキャリア箔付電解銅箔の使用が望ましい。このようにすると、電解銅箔のバルク層がキャリア箔の凹凸形状を転写した状態になり、波形形状を効率よく作り出せるのである。しかも、銅張積層板製造時には、キャリア箔のついたままプリプレグと積層されるため、プレス圧による波形形状の潰れが無く、良好な凹凸を持つ面の形成が可能となるのである。キャリア箔付電解銅箔であれば、特にその種類に限定はなく、キャリア箔をエッチング除去するエッチャブルタイプ、キャリア箔を引き剥がし除去するピーラブルタイプのいずれを用いても構わない。

【 0 0 2 6 】

以上に述べた請求項1～請求項3に記載のプリント配線板の製造方法を用いる

ことで、従来のコンフォーマルマスク法に比べ、炭酸ガスレーザーを用いてのプリント配線板製造のトータルコストを効率よく低減させ、同時にファインピッチ回路の形成を容易にするのである。

【 0 0 2 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本件発明に係るプリント配線板の製造方法に関する実施の形態について、銅張積層板 1 等の模式断面として示した図 4 ～図 9 を用いて、より詳細に説明する。なお、レーザー穴明け試験は、レーザー穴明け性の優劣がより鮮明にわかりやすいよう、16 mJ の低パルスエネルギーを用いて行った。レーザー照射条件は、周波数 1000 Hz、マスク径 5.0 mm、パルス幅 60 μ sec、パルスエネルギー 16.0 mJ、オフセット 0.8、レーザー光径 140 μ m とし、銅張積層板に 110 μ m の加工径の穴を形成することを予定して行ったものである。従って、本件発明者等は判断基準として、加工後の穴径が 100 ～ 110 μ m となった範囲で、加工が良好に行われたものと判断した。

【 0 0 2 8 】

本実施形態においては、銅張積層板 1 は、キャリア箔付電解銅箔 2 とプリプレグ 3 と内層材であるコア材 4 とを図 5 (a) に示すように積層し、熱間プレス成形することで製造した。そして、熱間プレスの終了後、キャリア箔 5 を除去し、図 5 (a) に示すような銅張積層板 1 を得た。

【 0 0 2 9 】

なお、ここで用いたキャリア箔付電解銅箔 2 には、キャリア箔 5 を引き剥がして使用するピールابلタイプのものを用いた。キャリア箔付電解銅箔 2 は、キャリア箔 5 と、銅箔層 C と、接合界面層 F とからなるものを用いた。当該キャリア箔 5 と銅箔層 C との界面に位置する接合界面層 F は、カルボキシベンゾトリアゾール（通称、CBTA）を用いて形成した有機剤からなるものであり、銅箔層 C は回路形成したときの導体部を構成することとなるバルク銅層 6 と微細銅粒 B とからなるものである。

【 0 0 3 0 】

キャリア箔 5 の引き剥がしが終了すると、銅張積層板の表面には波形の銅箔の

バルク銅層 6 が現れることになり、この段階で炭酸ガスレーザー 7 を用いてレーザー穴明け加工を行い、図 6 (c) に示すようにバイアホール 8 の形状形成を行った。

【0031】

バイアホール 8 の形状形成後、図 7 (d) に示したように層間導通形成処理を行うことになる。層間導通形成処理は、無電解銅メッキで $1 \sim 2 \mu\text{m}$ の銅層を形成し、電解銅メッキで $10 \mu\text{m}$ の銅メッキ層 9 に成長させた。このときの無電解銅メッキ液としては、一般的に使用される硫酸銅・5水和物 0.06 mol/l 、EDTA・4Na 0.12 mol/l 、HCHO 0.5 mol/l 、2, 2'-ジピリジル 10 mg/l 、PEG1000 250 mg/l 、 $\text{pH} = 12.5$ 、液温 70°C の溶液を用いて短時間の間に行った。そして、無電解銅メッキが終了すると、硫酸銅溶液であって、濃度 150 g/l 硫酸、 65 g/l 銅、液温 45°C 、電流密度 15 A/dm^2 の平滑メッキ条件で電解し、 $10 \mu\text{m}$ 厚の銅メッキ層 9 を得た。

【0032】

その後、水洗、乾燥し、紫外線硬化型のドライフィルムを銅メッキ層 9 の形成されたバルク銅層 6 の表面にロールラミネートし、図 7 (e) に示したようにエッチングレジスト層 10 を形成した。そして、パターンフィルムを当該エッチングレジスト層 10 の上に重ね露光し、現像することで、図 8 (f) に示したように回路として残す部位にのみエッチングレジスト層 10 を残留させた。そして、塩化銅溶液でエッチングし、図 8 (g) に示したように回路を形成した。最終的な、図 9 (h) に示したように、エッチングレジスト層 10 の除去には、水酸化ナトリウム溶液を用いて、硬化したエッチングレジスト層 10 の膨潤除去を行った。以上のようにして、プリント配線板 11 の製造を行った。

【0033】

【発明の効果】

本発明に係るプリント配線板の製造方法を用いることで、従来から困難と言われてきた炭酸ガスレーザーを用いて、銅箔と基材樹脂とを同時に除去し、レーザー穴明け加工を行うことが可能となった。本件発明に係るプリント配線板の製造

方法を用いると、従来のコンフォーマル法のように予めレーザー加工部位の銅箔を除去する必要が無く、従来のエッチング工程をそのまま応用することが可能で、設備投資費用を大幅に低減し、プリント配線板のトータル製造コストの低減が可能となり、安価な製品の市場供給が可能となるのである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

銅張積層板の模式断面図。

【図 2】

銅張積層板断面の光学顕微鏡観察写真。

【図 3】

レーザー光反射率と粗さとの関係を表す図。

【図 4】

キャリア箔付電解銅箔の断面模式図。

【図 5】

プリント配線板の製造フローを表す概略図。

【図 6】

プリント配線板の製造フローを表す概略図。

【図 7】

プリント配線板の製造フローを表す概略図。

【図 8】

プリント配線板の製造フローを表す概略図。

【図 9】

プリント配線板の製造フローを表す概略図。

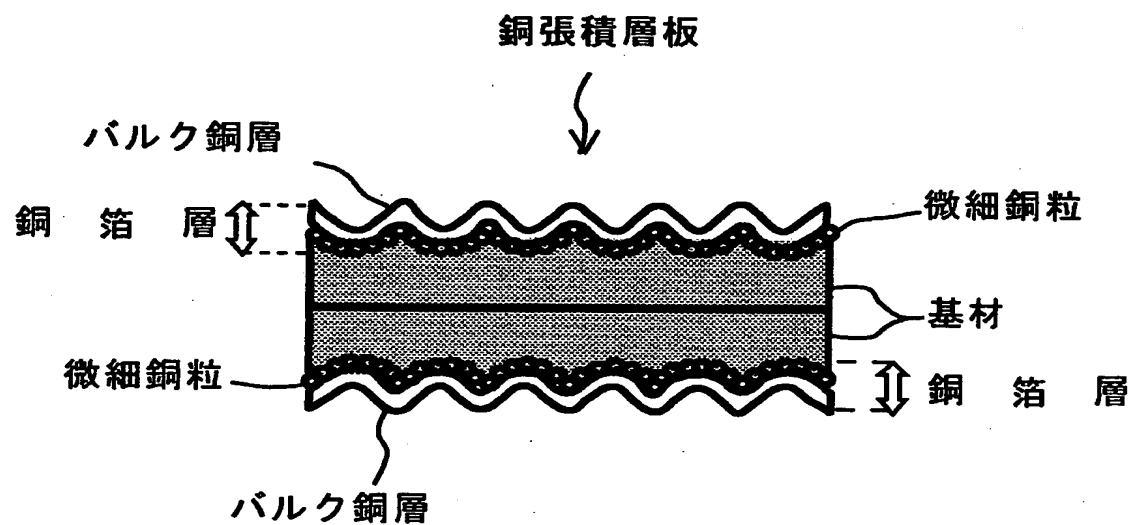
【符号の説明】

- 1 銅張積層板
- 2 キャリア箔付電解銅箔
- 3 プリプレグ
- 4 肉層コア材
- 5 キャリア箔（層）

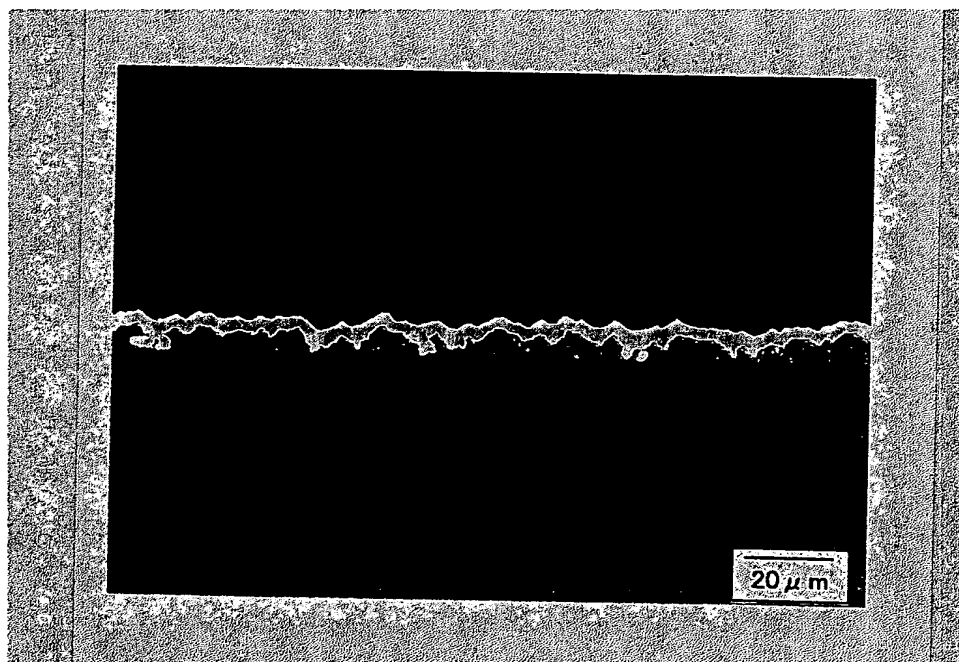
- 6 バルク銅層
- 7 炭酸ガスレーザー
- 8 バイアホール
- 9 銅メッキ層（層間導通メッキ）
- 1 0 エッチングレジスト層
- 1 1 プリント配線板

【書類名】 図面

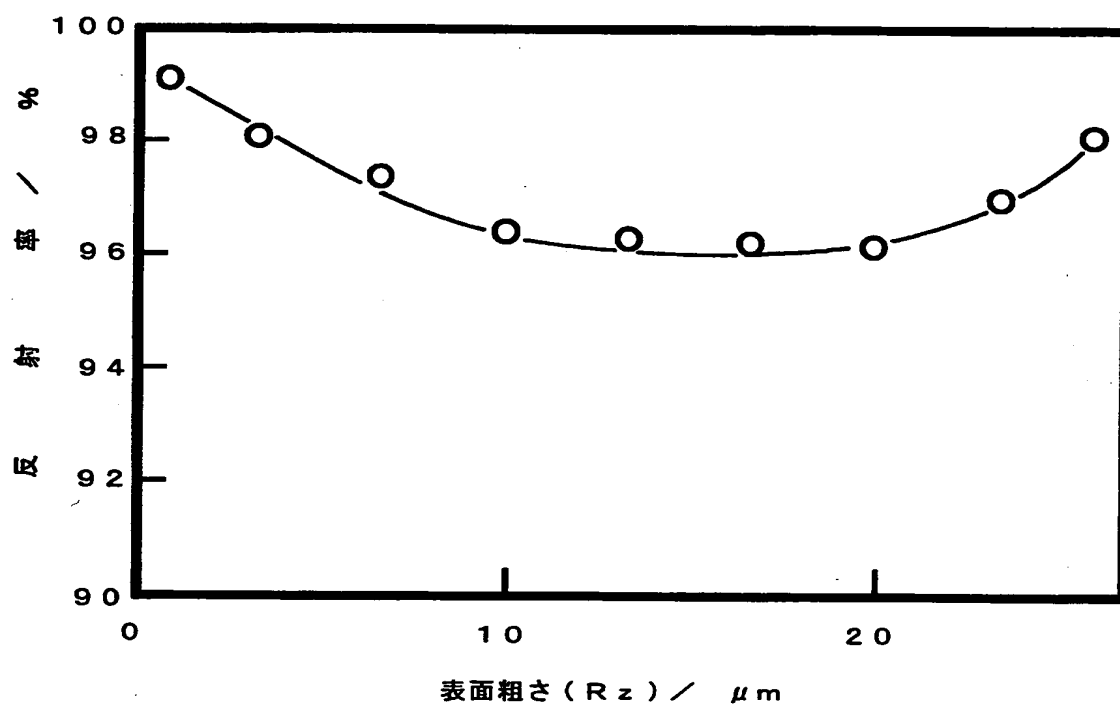
【図1】



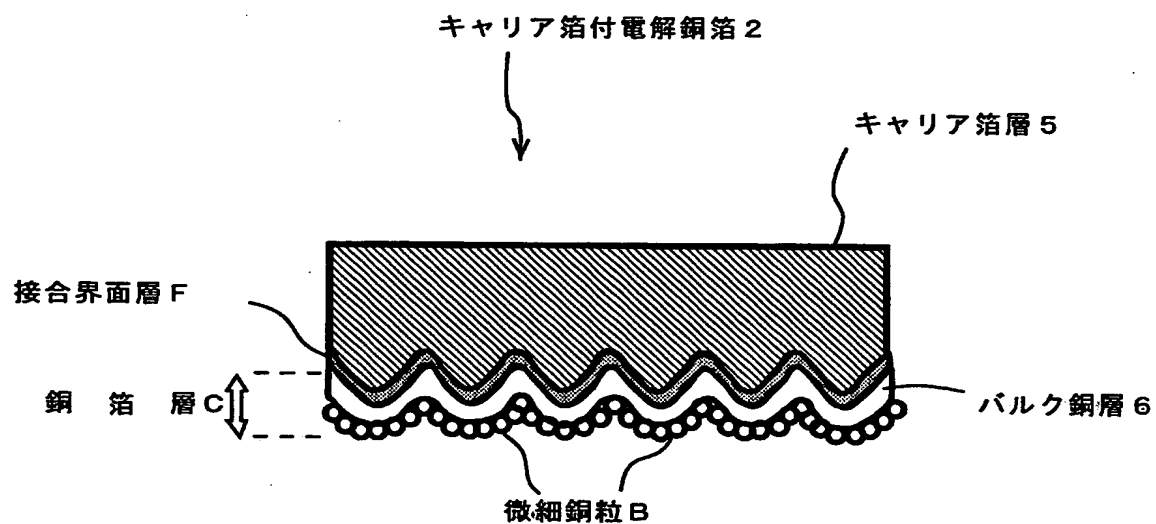
【図2】



【図3】

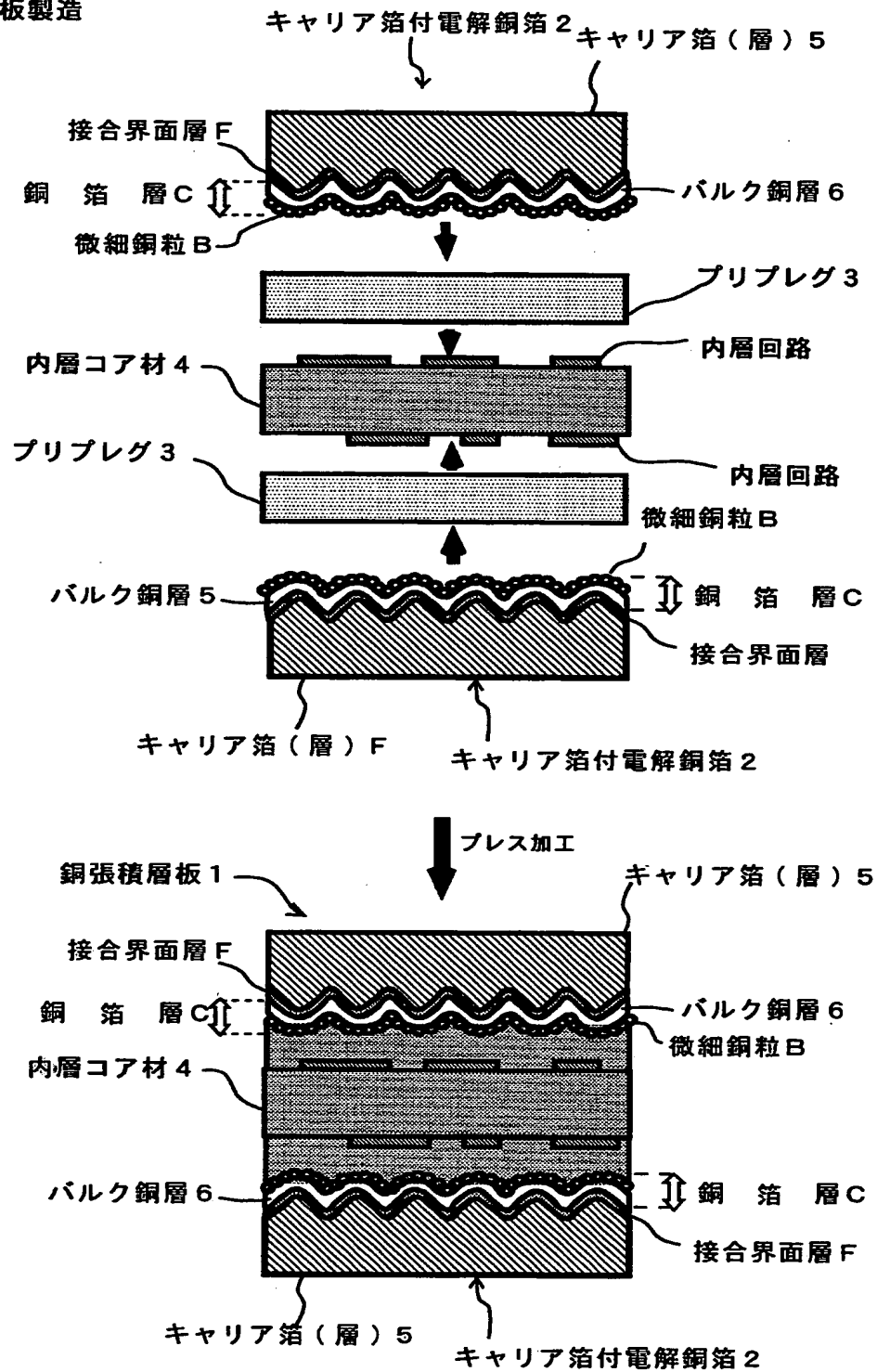


【図4】



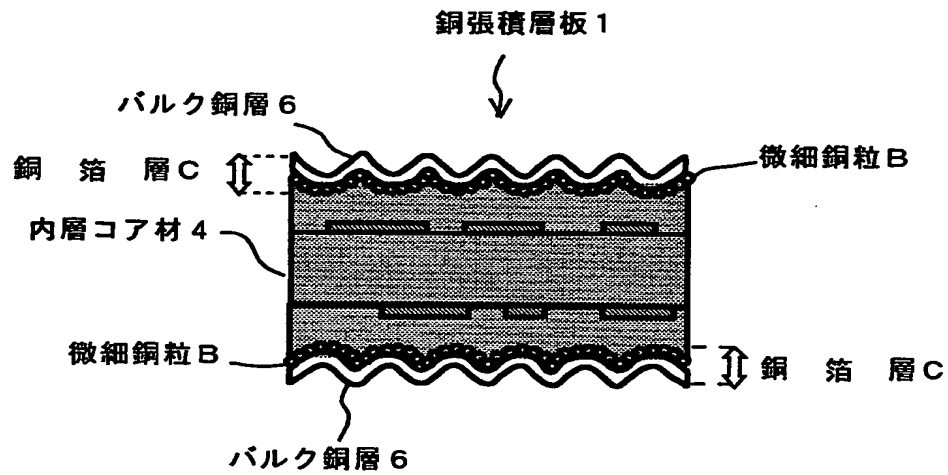
【図5】

(a) 銅張積層板製造

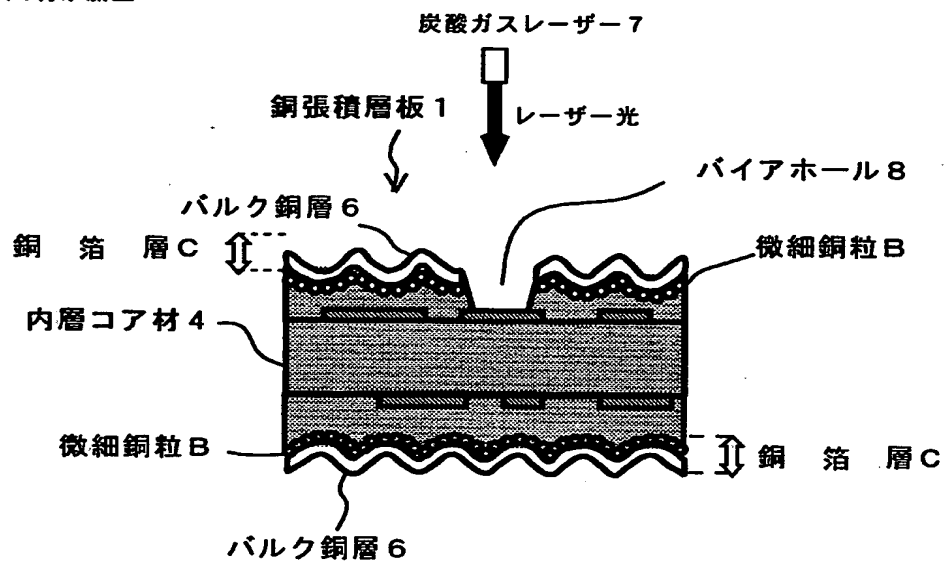


【図6】

(b) キャリア箔剥離

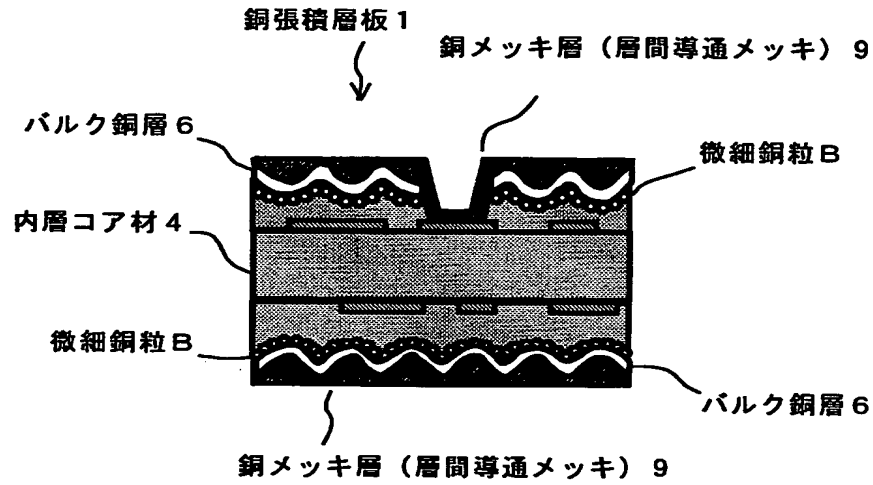


(c) レーザー穴明け加工

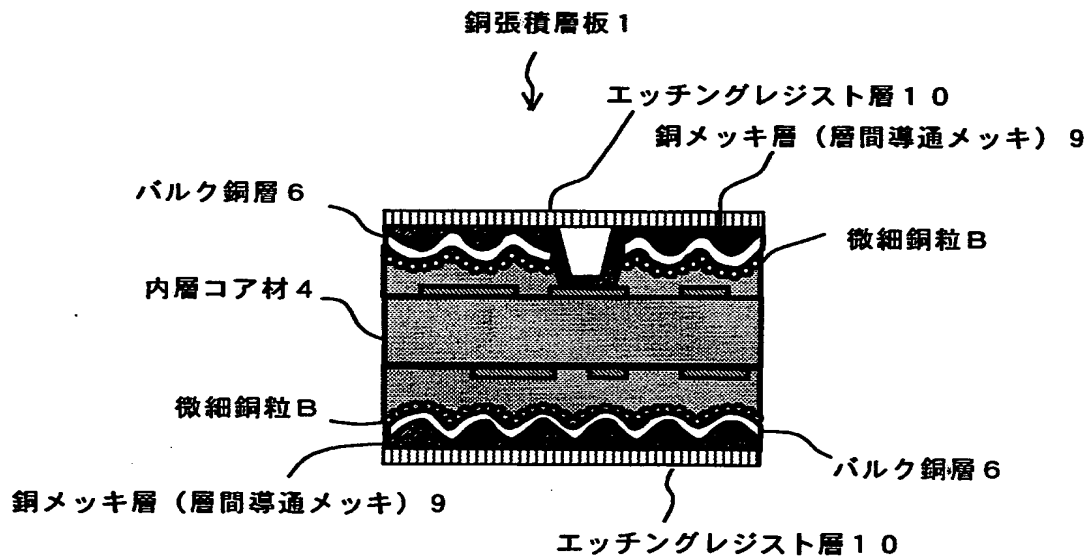


【図7】

(d) 銅メッキ処理（層間導通形成処理）

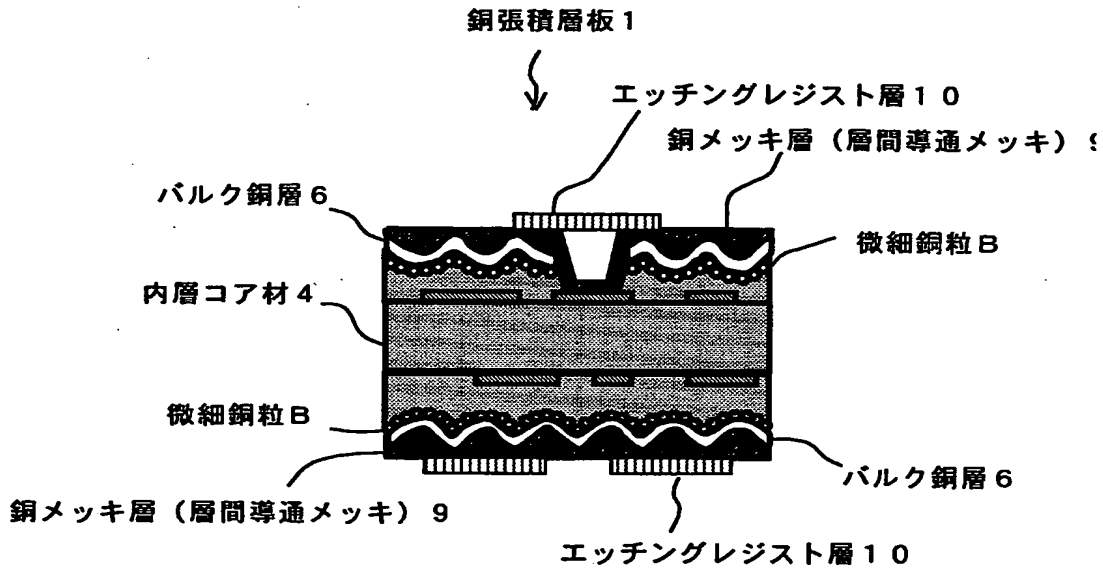


(e) エッチングレジスト層形成

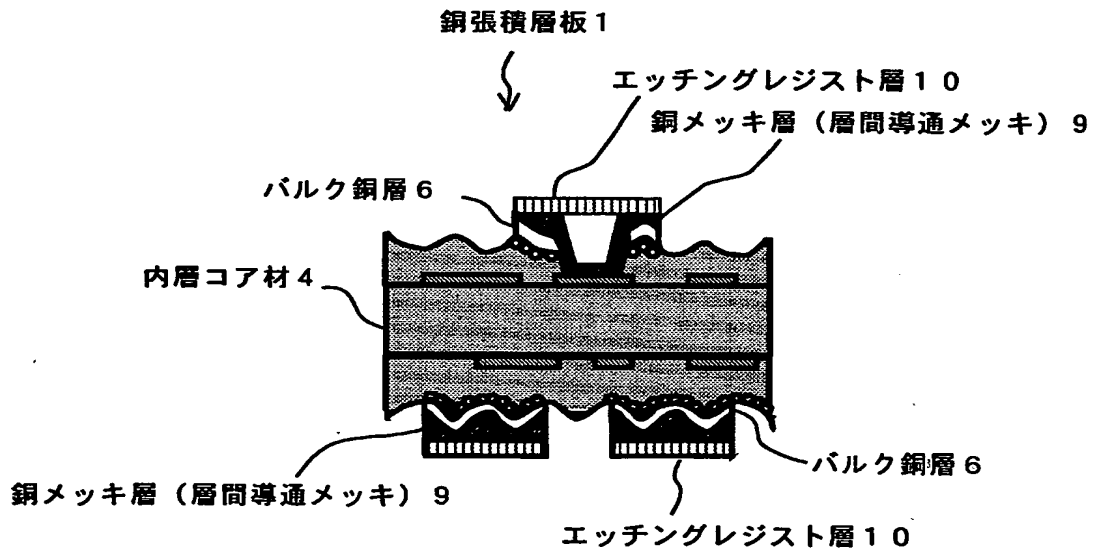


【図8】

(f) エッチングレジストの露光・現像

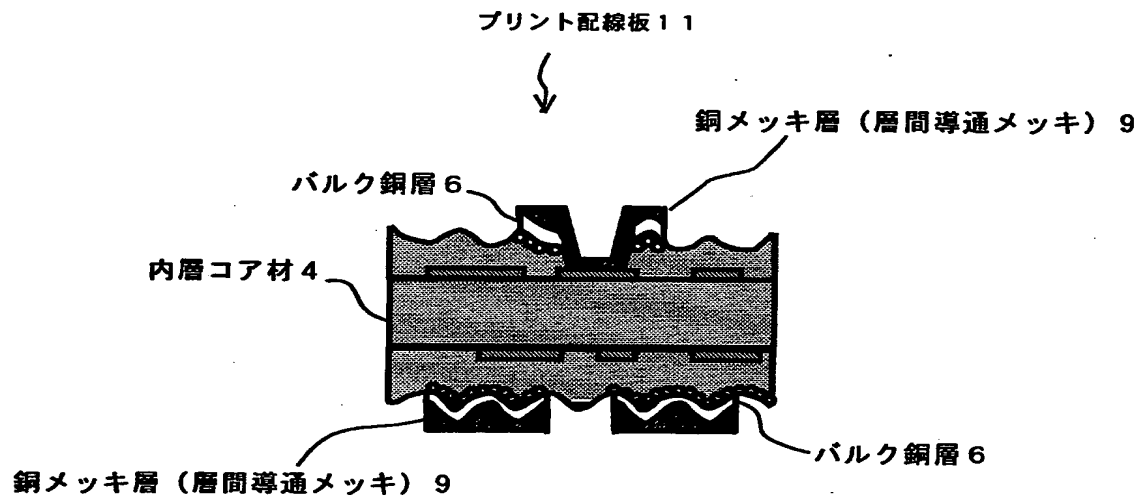


(g) 銅エッチング



【図9】

(h) エッチングレジスト層剥離



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】炭酸ガスレーザーを用いて銅張積層板へのバイアホール等の穴明け加工を行う場合、銅箔のエッチングを行うことなく、銅箔と樹脂層とを同時に加工することのできるプリント配線板の製造方法を提供する。

【解決手段】炭酸ガスレーザーを用いて銅張積層板にバイアホール等の凹部を形成し、層間導通メッキ処理をし、エッチングレジスト層の形成をし、エッチングレジスト層の露光及び現像を行い、回路エッチングすることでプリント配線板を製造する方法であって、銅張積層板の外層銅箔に波形状の銅箔を用いたものを用いて行うプリント配線板の製造方法による。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 1 8 3]

1. 変更年月日 1 9 9 9 年 1 月 1 2 日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都品川区大崎1丁目11番1号
氏 名 三井金属鉱業株式会社